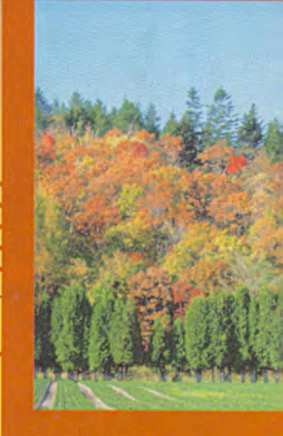


簡訊

雙月刊

中華民國九十七年四月號



No. 111

我國乾式貯存設施的規劃

日本民眾主動申請設置乾式貯存設施

德國的乾式貯存設施

南韓月城中低放射性廢棄物最終處置中心興建計畫報導

英國的核能政策聚焦核能

台電核能科技人才的培訓

核能簡訊

APR

中華民國九十七年四月號



南韓「月城中低放射性廢棄物最終處置中心」興建計畫報導

CONTENTS

出版單位 中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心

地　　址 新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室

電　　話 (03) 5711808

傳　　真 (03) 5725461

網　　址 http://www.nicenter.org.tw

E－mail nic@nicenter.twmail.net

發 行 人 朱鐵吉

編輯委員 李四海、徐懷瓊、翁寶山、黃文盛、萬永亮、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、鍾堅、顏上惠、蕭金益（依筆畫順序）

主　　編 朱鐵吉

顧　　問 喻冀平

文　　編 鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉

美　　編 陳慧欣

編 印 者 信誠廣告事業有限公司

地　　址 台北市興安街100號3樓之5

■ 行政院新聞局出版事業登記證・局版臺誌字第 851 號

編｜者｜的｜話

英國官方經過詳盡分析廣泛的意見後，出版「政府核能白皮書影響評估」。在厚達192頁的白皮書中，認為核能是英國政府因應安全可靠、成本低廉、低排碳能源時代來臨的核心對策。首相布朗在白皮書前言表示，「在面臨氣候暖化和能源供應穩定的挑戰下，支持新建核能的證據使人相當信服。」

在核能發電逐漸被接納時，用過核子燃料的處理即是大家首要面對的議題。對此，各國均有其處置規劃：有的國家傾向於採用再處理，有些則準備直接進行最終處置；因此，在用過核子燃料池逐漸貯滿之際，必須採取適當的中期貯存方式：有些國家採用廠外濕式貯存，如瑞典；也有採廠外乾式貯存，如德國；另有如美國則採用廠內乾式貯存。台電公司透過工程技術性、安全性、社會、經濟與環境等各方面進行詳細評估後，認為廠內乾式貯存方式最為適合我國的各項條件，也符合我國現行「近程採廠內水池貯存、中程以廠內乾式貯存、長程推動最終處置」的管理策略。

借鏡擁有美麗白沙海濱的日本福井縣美濱町，此地於1962年即主動邀請關西電力公司在當地設置核能電廠，多年來與核能電廠共存共榮發展，更以供應日本關西地區電力為己任，且認同核能電廠穩定運轉對地方經濟的幫助。為了讓電廠可以持續穩定的運轉，還主動向電力公司建議在當地設置乾式貯存設施，只因為不希望因用過核子燃料池爆滿使得電廠停擺，而影響地方經濟與都會區的供電。這樣的遠見與開放的思想實在值得學習。

核能復甦浪潮襲捲 管制責任核安無國界

專訪 原子能委員會主委蘇獻章

◆ 編輯室

亞洲搶搭核能列車

由於現今地球暖化、石油價格飆漲的情形日益嚴重，全世界有許多國家希望藉由興建核能電廠來降低二氧化碳排放量，同時又可享有經濟、潔淨而且穩定的電力。雖然核能發電具有相對的經濟性，但也因為涉及核能安全、放射性廢棄物處理以及核武擴散而侷限了核能電廠的優勢，目前亞洲國家仍然是最積極興建核能電廠的地區。

目前全世界共有439座核能電廠，33座正在興建中，亞洲占有19座；而計畫中的核能電廠有53座，亞洲即占50%以上。日本是亞洲地區最早擁有核能工業的國家，韓國、中國大陸都有完整的核能工業體系，台灣只有核能的應用，缺乏本土性的核能工業，與上述這些國家相比，仍有相當大的距離。

印尼是亞洲地區唯一一個可以出口能源的國家，仍然計畫蓋4座核能電廠；越南預計2020年可以完成2-3座核能電廠；泰國預計在2020年與2021年各完成1座。在這股風起雲湧的浪潮之下，緬甸也不自外於這個趨勢，積極搶搭核能復甦的順風車。

至於中國大陸，目前擁有三大核電集團，及自行設計的核能電廠。2007年初，向西屋公司購買4座AP1000的機組，目前正在興建中；同時最近也向AREVA公司購買歐洲壓水式反應器（EPR），預計2020年時，將再新建13座核能機組。為因應經濟的快速發展，中國大陸對能源的需求相當迫切，亟需大量的核能發電填補電力的缺口。



圖1．96年6月11日原能會主委蘇獻章（左三）親赴核四工地視察

謹守管制工作的核心價值

全球核能復甦已然是無可抵擋的普遍現象，但核能安全無國界之分，所以原子能委員會的管制工作，責任更加沉重，必須提昇管制工作的敏感度。「安全第一，服務為先」一直是原能會的核心價值，安全是不容妥協的最高原則，為民服務則是無止盡的付出。原能會必須提供最高品質的輻射防護服務，讓業者滿意、民眾安心。

2007年台灣的6座核能機組總共發出389.61億度電，是歷年之冠；容量因數平均值達90.28%，而放射性廢棄物固化桶總數為259桶，則是歷年最低。此外，核三廠1號機在第17次大修時，也創下31.62天最短紀錄。整體成績非常亮眼，在世界核能運轉協會（WANO）的指標中表現優異。這些成績要歸功於電廠工作人員持續不懈的努力，以及核研所研發的固化技術，與核一、核二廠減廢系統的功效。

執照更新審核工作已備妥

美國現有103座核能電廠，有50%以上已完成執照更新，延長電廠的運轉年限。我國的核一廠今年即將邁入第30年，台電有意提出執照更新申請。管制工作的特性是必須在需求提出之前準備妥當，才能專業、有效率地進行審查作業。原能會早在2、3年前即已派員赴美研習有關執照更新的審查工作，一旦台電公司仿照美國的作法，提出執照更新的申請，原能會即已預先具備專業完善的審查技術。提出申請的電廠必須更換一些重要的組件，審查時程預計約要一年半至二年。

除此之外，原能會正在進行核能電廠功率提昇的審查工作。實施功率提昇可將電廠的發電功率提昇1-20%，例如核二廠更換超音波流量計與低壓汽機轉子之後，增加了4萬瓩的發電量，極具經濟效益。原能會依照「核子反應器設施管制法」第6條規定進行相關的審查工作，為核能安全做最嚴格的把關。

乾式貯存設施審查過程專業透明化

用過的核子燃料先放進冷卻水池冷卻20年後，取出再放入乾式貯存設施中存放。由於核一廠的用過核子燃料貯存池即將於2010年貯滿，如果屆時乾式貯存設施無法完工，核一廠將面臨停機的困境。於是台電公司仿效歐、美、日等國作法，於2007年3月提出建造乾式貯存設施的申請，原能會依行政程序法進行公告、舉辦聽證會與說明會，以及安全分析報告的審查。

原能會邀集30餘位各領域的專家學者組成審查小組進行多次審查，於2008年1月17日進行安全分析報告審查的總結會議中，會議決議為「可接受」。本案另由環保署進行環境影響的相關審查，環保署已於2008年3月19日通過環境差異分析專案小組審查，隨後將送交環評大會作最後的審查，原能會將根據



其結論作成建造執照准駁的決定。此外，由於核一廠的乾式貯存設施位於山坡地，水土保持計畫還需要台北縣政府的同意，才可正式施工。

對於媒體報導這次是「封閉式黑箱審查作業」，蘇主委提出嚴正的聲明，他表示審查作業過程中，一切都是公平、公正、公開，審查者都是相關領域的專家。在本案的審查過程中，原能會都按照規定程序展示所有相關資訊，同時也公布在原能會的網站上，民眾可隨時上網查詢。

蘇主委強調，用過核子燃料乾式貯存設施在美國已有20餘年的經驗，符合安全的規範。美國核能管制委員會（NRC）在乾式貯存設施原有的20年運轉執照之後，又再延長20年的運轉年限。我國的乾式貯存設施設計運轉年限為50年，原能會初期將先核發20年的運轉執照。

我國有可能採用再處理嗎？

用過核子燃料在乾式貯存50年之後有2種處置方式，一者是進行再處理，取出鈾與鈽之後再用來發電；一者是放進深地層中直接進行最終處置。由於再處理取出的鈽有被運用做為核子武器的疑慮，美國前總統卡特為防止核武擴散，決定採用直接最終處置。但是近年來油價飆升，全球暖化日益嚴重，布希政府改弦易轍提出「全球核能夥伴計畫」的構想。希望將用過核子燃料進行再處理，使珍貴的可用資源循環再利用；同時建立一套安全可靠的系統，以防止核武擴散。

由於台灣只有8座機組，規模太小且在核子保防的限制下，不可能獨自設置再處理廠。與我國相同規模的核能國家，大多希望世界上的核能大國能像全球核能夥伴計畫所主張的，以租用的方式提供核子燃料，如此將可以解決許多難以突破的課題。

目前參加全球核能夥伴計畫的國家已經增加至21個，韓國在最近也正式加入。原能會將持續關注追蹤，即使我國無法加入，也必須透過各種管道與美國合作，積極參與相關的研究工作。

低放最終處置場應致力於民意認同

目前全世界已經有34個國家總共76座低放射性廢棄物最終處置場，不論是輻射防護、結構安全等專業技術都已達到極為成熟的地步，隔鄰的韓國也在2005年選出慶州作為最終處置場址。我國是在2006年完成「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」的立法，目前經濟部正在進行相關的選址作業。依照場址條例的推動時程，預定在今年年底辦理地方性公投。地方性公投是以縣為單位，必須50%以上的合格選民參與投票，以及50%以上的贊成率，才能選出最終處置候選場址，門檻相當高。

蘇主委建議台電公司加強對地方民眾的溝通，著重於日後處置場的運轉與地方的

社區經營相結合，善用50億元的回饋金加強公共建設、健全生活機能。使處置場與地方共存共榮，促進地方經濟發展，未來離鄉背景的年輕一代將會樂意回鄉定居與工作。原能會也將善盡監督的職責，以專業、公正、公平、公開的方式把關，確保處置場安全無虞，讓民眾安心無慮。

培育核能專才是當務之急

儘管我國核能電廠運轉績效良好，不容否認的是，運轉人員年齡層老化是一大隱憂，因此原能會非常重視專業人才的培育。由於核工是整合性的工程，需要物理、化學、機械等理工科系背景的年輕人。原能會將利用與國科會的共同基金，補助國內大學較優良的理工學院開辦核工相關的課程，以因應儲備核能人才。由於核能的應用領域廣泛，包含輻射診斷、輻射治療、食物保鮮、抑制菌種、非破壞性檢測等，共同基金也將編列2,000萬元的預算，補助大型研究計畫。

核研所朝向全方位研發

近年來，核能研究所積極開發核子醫學藥物、建立醫療品保制度、機率安全度評估等核能的應用與推廣，不僅引進國外技術，同時發展自主技術。未來若我國增建新的核能機組，核研所已可協助原能會執行審查工作。

由於核四廠工程進度目前已達78%，預計2009年7月商業運轉，原能會正式進入審查高峰期。除了原有的核四專案科外，今年又新設立起動測試管制科，核研所也成立核四專案小組，每個月開會檢討各項工作細節。此外，為因應京都議定書要求二氧化碳減量，核研所也積極進行新能源的研究。

蘇主委強調，原能會是管制單位，必須隨時精進審查與管制技術。只要業者提出需求，原能會就會以專業、公正、公平、公開的審查與管制，提供業者最佳服務，為民眾安全嚴格把關。



圖2. 核四廠施工現況圖景

核一廠乾式貯存設施的安全管制

◆ 編輯室

核子燃料使用一段時間而降低效率時，這些核子燃料必須更換，這些從核反應器退出的核子燃料，就是「用過核子燃料」。因為剛從反應器退出時，具有很高的放射性及熱量，必須先貯存於廠內的用過核子燃料池中冷卻，等到放射性及熱量衰減後，再進行後續處理。

由於用過核子燃料可經再處理回收鈾與鈽等有用資源，而僅含3%的高放射性廢棄物，因此，是否當作廢棄物而直接處置，依各國的國情與社會環境，而有不同的選擇。我國現行的管理策略是「近程採廠內水池貯存、中程以廠內乾式貯存、長程推動最終處置」。

由於核一廠的用過核子燃料池即將貯滿，台電公司為了安全貯存用過核子燃料，比照國際間各核能電廠的作法，規劃在核一廠內興建乾式貯存設施，已於96年3月2日向原能會申請「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施」建造執照，經程序審查後原能會於3月29日受理申請案。

核一廠的乾式貯存設施是引進國際認可、具有實際運轉經驗的乾式貯存護箱設計，再依國內環境條件加以改良，相關組件設備將在國內製造。

乾式貯存設施的安全要求

核一廠乾式貯存設施的設計，對廠界外居民的年劑量限值為0.05毫西弗，是國內輻射防護法規一般人年劑量限值1毫西弗的1/20。為此，核一廠乾式貯存設施設計外加屏蔽，以符合這個安全目標。另外，對於地質、結構、熱傳、核臨界、輻射安全、屏蔽設計、密封性能、意外事故、品質保證、工安及消防、核子保防與保安等項目的安全分析，都須符合放射性物料相關法令的安全規定。

原能會的安全管制作業

我國在審查制度的法規設計是採取建造執照與運轉執照的兩階段審查制度，同時在設施興建期間執行興建品質檢查，以增進乾式貯存的安全性。

(1) 建造執照的審查

為了妥慎審查乾式貯存設施興建申請案，原能會於94年即著手建置審查團隊，進行審查研究，以便能掌握申請案的關鍵議題。在受理核一廠申請案之後，隨即詳細審查貯存設施的安全性，以確認申請案符合規範中的4項核照條件，包括符合相關國際公約



圖1. 核一廠乾式貯存設施模擬示意圖

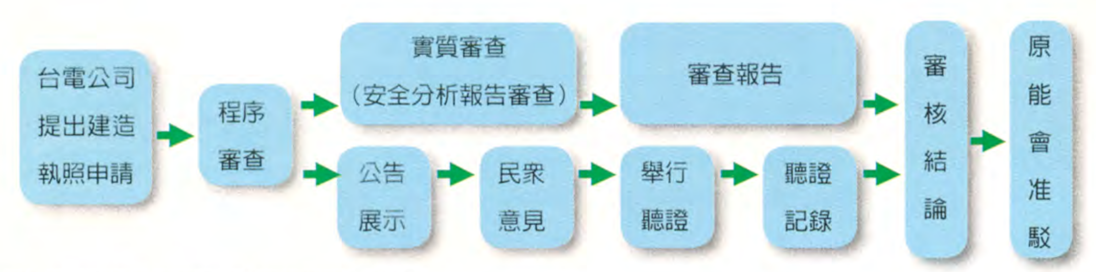


圖2.乾式貯存設施申請案建造執照審查流程圖

的規定、保障公眾的健康與安全、對環境生態的影響符合法令規定、申請者的技術與管理能力及財務基礎足以勝任設施的經營等4項核照規定。

原能會自96年3月29日受理申請案至今，安全分析報告已經經歷4回合的審查作業，於97年1月17日召開審查總結會議，完成安全分析報告的審查。

截至97年2月止，申請案的審核辦理情形如下：

1.符合國際相關公約的規定：評析結果符合國際原子能總署「用過核子燃料與放射性廢棄物安全管理聯合公約」的要求。

2.設備及設施足以保障公眾的健康及安全：依物管法第17條規定，辦理申請案的審查及聽證，於96年8月10日辦理聽證，安全分析報告已完成審查。

3.環境生態的影響符合法令規定：台電公司於原能會作成審查結論前，還需檢附環境保護主管機關認可的環境影響評估資料。

4.申請者的技術與管理能力及財務基礎足以勝任設施的經營：確認台電公司具有核能電廠運轉能力及燃料水池貯存運作管理經驗與能力，提供的財務保證說明已交代資金來源、提撥額度、所需費用及估算基礎；經評估後確定符合要求。

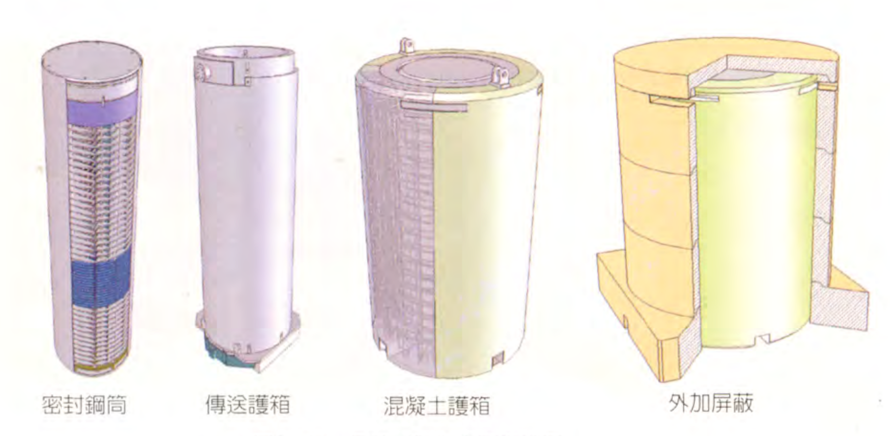


圖3. 核一廠乾式貯存主要系統圖





圖4. 核一廠乾式貯存設施建造執照申請案聽證作業

(2)運轉執照的審查

依據物管法規定，台電公司乾式貯存設施興建完成後，未經主管機關核准，並發給運轉執照，不得正式運轉。而申請乾式貯存設施運轉執照時，應先檢附試運轉計畫，經主管機關核准後進行試運轉。

台電公司規劃於設施建造完成後，應提出試運轉計畫。未來有關試運轉計畫的審核重點，將著重於台電公司提出的運轉規範、作業程序書、運轉人員的資格與訓練、緊急應變計畫等重要內容。原能會將邀請具相關經驗的學者專家協助審查，以確保核一廠乾式貯存試運轉安全。經試運轉成功後，台電公司再提出運轉執照申請，經審查合格取得運轉執照後，台電公司才能進行貯存作業。

(3) 設施興建的檢查

為了確保設施興建品質，原能會未雨綢繆，已針對乾式貯存的護箱製造與基座建造檢查建置完整的檢查體系，於96年度編譯美國核管會乾式貯存檢查程序書8份與焊接及非破壞檢測程序書4份，作為檢查的參考文件。

此外，為吸取國外發展經驗，原能會也積極建立國際合作機制，於96年底邀請日本具研發與製造實務經驗的專家來台進行訓練講座，並派員接受國內非破壞檢測與焊接等專業訓練。未來設施建造期間，亦將邀請美國或日本專家來台諮詢檢查實務。藉由嚴密的檢查規劃與執行，以確保建造品質及未來營運的安全。

結語

目前全世界33個核能發電國家，其中有20個國家計有87座用過核子燃料乾式貯存設施已營運多年，顯見乾式貯存設施是目前國際普遍用以擴展貯存容量的作法。原能會負責核能安全的督導管制，對於用過核子燃料乾式貯存的安全管理，歷年來已投注相當多的人力與物力，研訂管制規範、建立審查技術、培育管制人力及提升管制技術等工作，將依權責對設施的設計、施工、試運轉、運轉等作業進行嚴密的審查，確實做好乾式貯存設施建造申請案的審查作業，以及後續建造品質查核工作，並採取公開透明的態度，提供民眾申請案的相關資訊，以促使民眾對本案能有正確的瞭解與認同。

資料來源：

陳文泉，核一廠乾式貯存設施之安全管制，行政院原子能委員會，2008年2月，台北縣

為了不讓核電廠停擺
日本民衆主動申請設置乾式貯存設施

◆ 劉振乾 譯

日本福井縣美濱町（相當於鎮）的面積有15,224公頃，人口11,600人，擁有名符其實的美麗白沙的海濱。關西電力公司的首座核能電廠就建造於此地，1970年開始商業運轉，其後又陸續蓋了2號機與3號機。美濱町與核能電廠共存共榮的發展經濟已有多年歷史。以下是鈽（Plutonium）季刊記者拜訪美濱町長山口治太郎的訪談 (山口先生當時正擔任第2任第7年的町長)

美濱町夙以積極推動核能發電著稱

記者▶從日本開發核能開始，美濱町就一直與政府的核能政策合作無間，美濱町與核能發電長時間的相處，您有什麼樣的評估或印象?

山口町長▶在我當町長以前，我就有「核能發電是我國所必需」的想法，在美濱町長選舉時我就以「推動核能」為競選公約。美濱町曾主動邀請核能電廠設廠，而我是第5位與核能發電相處的町長。第1位邀請核能電廠設廠的町長在1962年與關西電力公司簽約同意設廠，1970年開始商業運轉(由美濱核能電廠向大阪的萬國博覽會會場送電)。歷代的町長都是擁核的，而議會裡雖有各色各樣的人才，不過大多數人都是擁核的，我想我是繼承了這些前輩們的想法。

電廠附近民衆對新核能設施接受度非常高

記者▶美濱町可以說是其他核能設施地區的典範與領導者。請問町長是如何對地方民衆以及中、小學生實施能源教育？

山口町長▶我擔任美濱町長今年是第7年，就任以來每在年度之初就向民衆作政策、預算、事業的說明；同時說明核能的情形。在2001年町議會中曾採納有關增設核能機組的陳情。我每年都會花約半個小時的時間以簡報方式向各位町民做有關核能能源的必要性的說明。

2004年我做的說明是有關用過核子燃料的乾式貯存。而今年則說明美濱核能電廠的事故、事故後的關西電力公司的因應情形、以町公所立場如何推動核能，最後說明核子燃料循環開發機構文殊（Monju）反應器的情形，進而強調核燃料循環的必要性。如此這般，每年在十數個會場講話，約有500名以上的居民聽衆，內容涵蓋環境問題，因此有人反應內容有些難懂，不過讓大家知道我是用什麼想法來推動町政也好。

為了不讓電廠停擺，主動申請設置乾式貯存設施

記者▶為什麼要向關西電力公司申請用過核子燃料的「乾式貯存設施」可行性調查?

山口町長▶以美濱町的立場，有對關西地區



大都市供應電力的責任，也認為核能電廠穩定的運轉對今後提升地方經濟是有幫助的。

如果維持現狀，六個所村的再處理工廠的處理能力有其限制，在2010年左右，美濱核能電廠的用過核子燃料池就要爆滿，即使將用過核子燃料池加以改造，也只能貯存短期間而已。依照法規，如果用過核子燃料池爆滿，美濱核能電廠必須停擺。為了讓美濱核能電廠能穩定的運轉，繼續對關西的大都市供應電力，在美濱核能電廠之外有必要建造用過核子燃料的乾式貯存設施，而這設施設置在自己的町內乃是理所當然的。

使用MOX燃料是早經實證的

記者▶對於使用鈽鈾混合燃料（MOX燃料）您有什麼看法?

山口町長▶接受町議會申請設置用過核子燃料的「乾式貯存設施」後，我在2004年7月15日向關西電力公司要求作「可行性評估」。其內容為經過可行性評估後如具可行性，美濱町就會申請設置，因為在「核子燃料循環」(註1)中用過核子燃料的乾式貯存設施乃是不可或缺的一環。

2004年成立的電源設廠市町協議會，由福井縣4座核能電廠設廠的市町(敦賀、美濱、大飯、高濱，高濱町長為會長)所組成。此協議會組團參觀法國的核能設施與相關地區。經過考察才知道，法國根本沒有用過核子燃料的乾式貯存設施(註2)，從一開始運轉就做MOX燃料的營運。美濱核能電廠在1980年代後期曾使用過數組的MOX燃料，因此利用MOX燃料勢在必行。法國已有數不清的例子，並且至今仍然如火如荼的進行中。在缺乏資源的日本更要考慮到鈾能源，以全世界的眼光來看，鈾礦只剩下60-80年的蘊藏量而已，更有必要進行鈽的利用。如果說以日本的技術還辦不到，那麼在法國、德國等國家正進行中的又是怎麼回事?難道日本的技術有那麼差嗎?

記者▶在法國參觀了哪些設施?

山口町長▶參觀考察的重點在電力公司與居民間的關係、核能的報導是如何進行的。法國的核能發電占總電量約80%，也出口供應停掉核能發電的義大利與想減少核能發電的德國。美濱核能電廠在最盛時期每年供應180億度的電力，法國的核能發電向周邊國家的出口量也有這麼多，擁有不少的儲備鈾。

以提升地方經濟來說，在美濱町，我們試圖將觀光與核能電廠結合在一起作為推動的重點，想把核能電廠觀光化，讓從亞洲來的觀光客也能進入核能電廠參觀，但這件事由於反恐對策而無法實現。

記者▶以核能電廠設廠地區的立場，您對中央政府有什麼期待與要求?

山口町長▶我要對首相說，核能電廠是國家能源政策的基本電源，有向民眾說明核能發電的必要性。此外，機組大修與大修之間要從13個月延長到18個月一事，必須獲得地方

的共識，因此希望先與廠址所在地的地方政府接洽。為了今後核能電廠能安定的運轉，與居民間的信賴關係是不可或缺的，也有必要更進一步加強。

資料來源：2005年9月，PLUTONIUM No.51 季刊(秋季號)

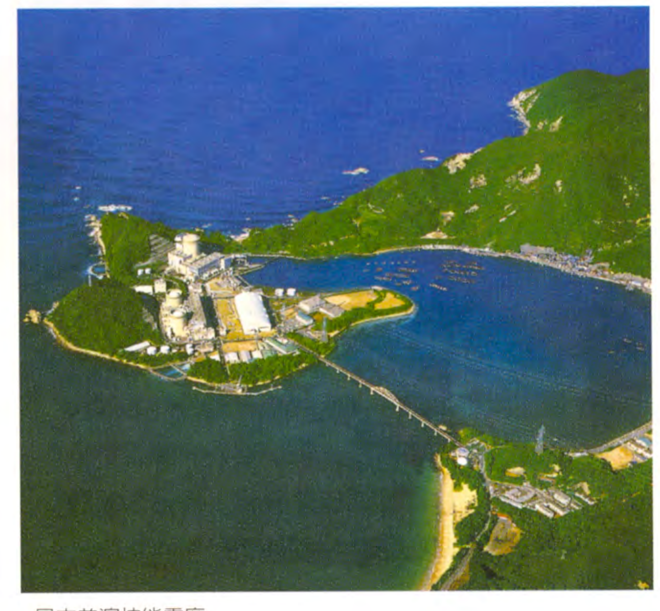
譯者謝啓：承蒙原子燃料政策研究會(CNFC)2007.8.22惠賜翻譯權,謹此致謝

譯註：自本文刊出後的新發展如下：

一、2006年5月福井縣與美濱町同意美濱核能電廠3號機恢復運轉。2007年2月7日日本經濟產業省同意正式運轉。

二、「乾式貯存設施」仍在進行可行性評估中，大修與大修之間要從13個月延長到18個月一事，根據鈽季刊No.59(2007年秋季號)p.2報導，經濟產業省同意自2008年4月起先從延長到18個月開始，最長可延長到24個月。

註1：核子燃料循環：用過核子燃料中含有新生成的鈽(可做為燃料使用)和燒剩下的鈾235，加起來約有2%(新的核燃料中



日本美濱核能電廠

的鈾235只有約3%)。因此將用過核子燃料就此丟棄，實在是很可惜。經「再處理」後取出來的鈽和鈾可再度當作核子燃料使用，因此稱為「核子燃料循環」。

註2：法國現有59部核能機組運轉中（日本有53部），其中有24部機組被允許使用MOX燃料。由於再處理設施的處理容量所限，目前只有20部機組使用MOX燃料，然而用過核子燃料將全數進行再處理，因此法國沒有必要興建乾式貯存設施。

德國乾式貯存設施——最終處置前的過渡性解決方案

◆ 編輯室

核能有許多發展是用於發電、研究、醫療等對人類有助益的用途，例如，有相當多疾病在發病初期，可藉由核子醫學設備診斷出，再以核醫藥物治療。在這種情況下累積的放射性廢棄物，如同核能電廠運轉、除役，以及相關研究工作所產生的廢棄物一般，必須安全的處置。德國大約90%（約27萬立方公尺）的放射性廢棄物是中、低活度；大約10%（約2萬4千立方公尺）是高放射性廢棄物。目前德國的高放射性廢棄物是放在國家的集中貯存場進行中期貯存，這些放射性物料後續將以深地層方式做最終處置。



圖1.CASTOR® 貯存桶—是德國高爾本貯存場用來貯存、運輸放射性物料的一種特殊容器

安全地密封

保護人類與環境安全絕對是最高前提，德國中期貯存的概念是除了必要的游離輻射屏障外，還要確保能安全密封與保留放射性物質。安全貯存的主要概念在於堅固且經過特殊密封的貯存桶：這不只是用來運送用過核子燃料，還可用作安全貯存之用。貯存桶的屏蔽設計，是讓人們停留在貯存桶旁邊，仍然非常安全。此外，貯存場的建築與科技設備，可以確保貯存期間的安全；行政管理方面的預防措施，則可以補強防護的功能。依照貯存場的管制作業規範，以及主管機關的管制規定，必須持續不間斷的監測，以確保隨時達到最高等級的安全標準。

輻射曝露的劑量低於法定限值

德國乾式貯存場周邊的民眾與環境，所接受輻射曝露的劑量都明顯低於法定限值之下，即使是已經貯滿的乾式貯存場也是如此。如果有一個人一整年都在貯存場的安全圍籬旁活動，他所接受輻射曝露的劑量，也僅僅只占德國每人平均天然輻射劑量值的一小部分而已。



圖2.德國大約有2/3的放射性廢棄物是在喀斯魯(Karlsruhe)與猶利克(Jülich)研究中心乾式貯存，由聯邦政府負監督之責。



圖3.乾式貯存場外觀



圖4.德國高爾本乾式貯存場

德國的高放射性廢棄物乾式貯存

核能電廠的營運公司有義務成立乾式貯存設施，用過核子燃料在場內可以安全地貯存，直到進行最終處置。

雖然在2005年7月1日之前，德國政府允許用過核子燃料送到法國與英國進行再處理（即使法律的年限其實是到1994年），不過在此之後，德國就已明令禁止。

德國各核能電廠的用過核子燃料，分別存放在乾式貯存設施內。乾式貯存設施是緊臨於核能電廠，其營運通常都是獨立於核能電廠，並不要求有運送的路線。貯存設施內的貯存桶存放年限是40年。

阿豪斯（Ahaus）與高爾本（Gorleben）乾式貯存場從90年代初期就開始營運了，它們各自有420個大型貯存桶的容納量。高爾本是德國唯一一座授權可以貯存經過再處理後的高放射性廢棄物的乾式貯存場。

阿豪斯貯存場目前至少有15%的容納量是用來貯存來自核能電廠的用過核子燃料元件，尤其是停機後的高溫反應器，自從2005年7月1日之後不再貯存核能電廠退出的燃料組件。阿豪斯貯存場今後在限制的期限基礎上，將接收中低放射性廢棄物、經過再處理之後的剩餘物質，以及核能電廠運轉時產生的廢棄物。

資料來源：

http://www.kernenergie.de/r2/en/Unsere_Position/Positionspapiere/Position/2007-05-25_Endlagerung.php?navanchor=2210006

南韓「月城中低放射性廢棄物最終處置中心」興建計畫報導

◆ 編輯室

南韓自1986年開始進行中低放射性廢棄物最終處置場址的選定作業，歷經19年，最後於2005年11月3日經由公民投票決定，在慶州市設置最終處置場。根據KHNP（Korea Hydro & Nuclear Power Co.，南韓水力與核能公司）的新聞資料顯示，慶州最終處置場現已正式更名為「月城(Wolsong)中低放射性廢棄物最終處置中心」(以下簡稱為**月城處置場**)（註1）。

本報導以下內容將依據目前蒐集得到的國際資訊，報導南韓月城處置場興建計畫的各項工作進展。

處置場的公投選定（註2）

2005年8月底，韓國有4個地方政府–慶州、群山、浦項、盈德申請參與選址作業。就在激烈的競爭之下，於11月3日舉行地方性的公民投票。4地居民的同意比率都超過67.5%，慶州最後以高達89.5%的同意率拔得頭籌，脫穎而出。

	慶州	群山	浦項	盈德
投票率（%）	70.8	70.2	47.7	80.2
同意率（%）	89.5	84.4	67.5	79.3

※選定居民投票同意率最高的地區（至少需達50％）為中低放射性廢棄物處置場址

回饋金的核撥（註2）

南韓政府於2005年3月頒布「中低放射性廢棄物處置場址支援特別法」，明訂撥付回饋金總額為3,000億韓元（約新台幣97億）予被選定為最終處置場用地的當地政府。此外，未來KHNP總部也將遷移至處置場所在地。這些支援措施應可為當地帶來活絡經濟的機會。

該回饋金可運用於下列各項計畫：

1.地區開發、旅遊振興、文化設施擴充、農水產品銷路支援等計畫。

2.居民收入增加、生活穩定、生活環境改善、福利提升等計畫。

3.其他有利於區域發展、居民生活改善等，由總統令制訂的計畫。

南韓3,000億元的回饋金依協議已全額撥入慶州市帳戶，慶州市將分兩階段（第一階段：處置設施建設計畫核准通過；第二階段：處置設施開始營運），每次自特別帳戶中各支出1,500億韓元。2007年7月19日「中低放射性廢棄物處置設施建設計畫」核准通過後，慶州市即將第一階段的1,500億韓元回饋金編列入2007年度的歲入預算中。（註3）

處置場興建許可的申請與審查（註4）

南韓政府於2006年1月2日完成法定程序，正式選定慶州市做為最終處置場址。（註2）

2006年6月，南韓政府公布月城最終處置場的基本設計規格，處置場位於地下80公

尺深處，初期可容納10萬桶放射性廢棄物，約花費美金7.3億元，之後將增建70萬桶的容量，整體資金約需美金11.5億元。（註5）

在2007年申請建造及營運執照前，KHNP曾進行下列工作：

◆經先期環境調查後，由南韓政府公告慶州做為電源開發區的指定場址
◆環境評估與民意調查
◆場址安全分析
◆環境輻射監測（註2）

2007年1月，在完成地質、安全與環境影響評估後，KHNP便送交建造處置場興建計畫申請書給MOCIE（Ministry of Commerce, Industry,& Energy，南韓商工能源部）。之後，MOCIE向管制機關MOST（the Ministry of Science & Technology，南韓科學技術部）提交建造許可申請書。

相關申請文件分別由MOST、MOCIE和KINS（the Korea Institute for Nuclear Safety，南韓核能安全研究所）進行審查，而為了審查相關申請案，地方政府被請求配合提供審查所需的相關資料。

KHNP的計畫主持人表示，這些資料蒐集工作應可在2007年8月前完成，2007年10月前應可取得MOCIE核發的興建計畫實施許可與MOST核發的建造執照，之後便可開始場址整理與基礎建設工作。依照預定進度，月城處置場應可於2009年底前開始接收放射性廢棄物。

放射性廢棄物的運輸（註4）

在進行最終處置場興建計畫的同時，KHNP也積極籌備將沿海地區各核能電廠的中低放射性廢棄物運送到處置場的工作。未來有關廢棄物的運輸作業，將由專用的廢棄物運輸船隊負責執行。每一艘廢棄物專用運輸船的船身長78公尺，總重1,400噸，載重容量950噸。廢棄物專用運輸船的船身將以比一般鋼板厚重的材料打造，以確保船員與工作人員不會接受到比背景值高的輻射劑量。除此之外，為確保萬一在海上發生相撞或擱淺意外時廢棄物容器仍能保持安全完好，廢棄物專用運輸船的船體將以雙船殼方式打造。

分屬古里、靈光、蔚珍和月城核能電廠的放射性廢棄物專用碼頭，也正在進行相關設施的升級作業中。月城及蔚珍核能電廠的碼頭設施升級作業將在2008-2009間年完成；靈光和古里核能電廠的碼頭設施升級作業則將在2011-2014年間完成。

處置場的設計（註4）

在過去進行選址過程時，KHNP和南韓政府相關部會曾研擬了兩種中低放射性廢棄物的處置方式：一為淺層掩埋；另一為岩穴處置。KHNP高層表示，以民眾的接受度為主要考量，他們預期應是岩穴處置較獲青睞，而處置場的設計者–KOPEC（Korea Power Engineering Co.，南韓電力工程公司），則在



2007年4月中證實了此項預期。

KOPEC的專家表示，首批處置的10萬桶容器將放置在嵌入岩石深層並襯以鋼筋混凝土的6個混凝土筒倉（silo）內，每一混凝土筒倉直徑25公尺，高50公尺，貯存容量為16,670桶廢棄物。筒倉將會建在處置場臨海的山面、海平面以下80-130公尺深的花崗岩床處，而在廢棄物桶置入筒倉內後，任何剩餘空間將以岩屑回填。月城處置場總計可容納80萬桶低放射性廢棄物，處置場將包括42個筒倉及5個岩穴。

KOPEC人員表示，未來2年內建造這6個筒倉時，將會挖出面積共計約47.5萬平方公尺的土石。KOPEC未來還需進行相關地質調查工作，以避免開挖時及開挖後可能引起的土石鬆動危害到工作人員及廢棄物桶的完整性。

未來進行廢棄物運入處置場的作業時，廢棄物將經由隧道運送到與筒倉連接的工作豎井中，另有一獨立的豎井供作人員乘坐的電梯、通風管路及電路系統之用。這些豎井也被設計成可供未來運送KHNP的核能電廠除役所產生的大型廢棄物物件。一旦處置場滿載後，隧道和筒倉將會以當初挖出的花崗岩碎石回填。而為了限制地下水流及隔絕裂縫區域，將在處置場特定地點安置混凝土防水壁或栓塞。



月城中低放射性廢棄物處置中心開工典禮

國際同業評估處置場的安全性（註6）

MOST為了審查本案，要求由KINS進行場址的安全評估。MOST也向IAEA（International Atomic Energy Agency，國際原子能總署）提出請求，希望由IAEA對月城處置場的安全性實施國際同業評估，並且根據評估結果提供建議。南韓方面認為，IAEA的評估是增進民眾對處置場的信心與接受度的重要因素。於是在2007年10月20日，IAEA派員對月城處置場展開為期1周的國際同業評估。

IAEA人員對月城處置場進行評估的主要任務，是依據中低放射性廢棄物處置的國際安全基準，對KHNP的興建許可申請計畫和相關處置作業進行評估。IAEA的4人專家小組在檢視過處置場址及設施興建的相關資料後，將彙整1份評估報告，記錄其觀察、發現和建議事項。該份評估報告在定稿之前，會

先將草稿送交KINS做數據檢核。目前該份評估報告尚未公布。

處置場正式動工（註7）

月城處置場在2007年11月9日正式舉行開工典禮，為考量安全性，該處置場採用亞洲首見的地下80公尺深的隧道方式建造。在場址開工典禮中，南韓前大統領盧武鉉表示：「處置場場址的選定方式，對於有社會紛爭議題的解決具有歷史性的指標意義。」KHNP社長金鍾信則說明：「特殊容器覆以水泥後放置於地下隧道中，安全上絕對沒有問題。」慶州市市長白相承表示：「本案對於慶州的人口增加、經濟活絡將有所助益。」

預計未來將有12個政府機構的55個開發計畫將在慶州進行，包括建造中子加速器以及將KHNP的總部搬遷至處置場所在地。千年歷史的古都慶州，未來將搖身一變成為韓國的先進能源聖地。

月城處置場的動工具有重大意義-不但解決了中低放射性廢棄物的歸屬問題，也為公開討論用過核子燃料相關議題營造契機，使得用過核子燃料營運事宜較之前更容易推動。南韓目前各核能電廠內的用過核子燃料貯存設施將於2016年達到飽和，需要儘快進行因應措施。

資料來源：

註1：http://www.khnp.co.kr/eng2/07_pr/newsView.jsp

註2：Experience with Site Selection for the LILW Disposal Facility，Dae-Jong,Ro（KHNP），June 20, 2006，南韓核廢料最終處置場選址經驗研討會，台北市

註3：http://www.e-khnp.com/（KHNP韓文網站）

註4：Nucleonics Week,Apr.26,2007, http://apx.lib.nthu.edu.tw:8128/pqdlink?index=7&did=1268647811&SrchMode=3&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1205225530&clientId=39468&aid=1

註5：http://www.world-nuclear.org/info/inf81.html

註6：2007.10.24 World Nuclear News，http://www.world-nuclear-news.org/wasteRecycling/IAEA_reviews_proposed_South_Korean_waste_site-241007.shtml

註7：韓國YTN新聞，2007年11月9日19時24分







英國能源政策聚焦核能 布朗向「綠」靠攏

◆ 編輯室

英國政府新計畫重點

- 申請新建核能電廠流程簡易化
- 除遇緊急事件，政府不予提供核電任何補助
- 無核能發電量限制
- 新設獨立單位監督除役費用
- 風力和潮汐發電投資提高到3倍
- 在找到適合地下處置場場址前，將放射性廢棄物暫存在「中期貯存設施」

英國新出爐的核能白皮書，把核能視為英國政府因應安全可靠、成本低廉、低排碳能源時代來臨的核心對策。首相布朗將新政策定位為英國決心減碳的長期行動，並「使用已提供英國安全低碳電力近半世紀，技術經科學證實」的核能發電。目前英國2成電力由核能提供。

布朗首相在白皮書前言表示，「在面臨氣候暖化和能源供應穩定的挑戰下，支持新建核能的證據相當令人信服。」英國政府邀請電力公司集思廣益，提出新建及營運核能電廠，並佐以其他如再生能源和來自化石燃料發電的碳捕獲技術的低碳能源方案。未來20年內，英國大概會增加3,000-3,500萬瓩容量的需求，大多為基載電力。

另一方面，英國政府也將採取積極行動，在3年內訂定設址評估基準，進行新反應器通用設計評估，以使興建核能電廠之路更加順暢。然而，英國政府強調，「新建核能電廠的資金、發展、建設和未來除役、廢棄物處理等全部的成本，均應由電力公司自行負擔。」

上述行動是英國政府在新能源法案中，所談到的具體作法。新法案中要求，電力業者需有能全數負擔處置廢棄物和除役的資金的完整計畫。就此而論，政府將訂定處置新產生的放射性廢棄物的價格。

英國經過多年政策的搖擺不定之後，放射性廢棄物營運政策現正走上不同的軌道，新電廠產生的廢棄物可能會在中央處置場內落腳。進階版的白皮書將建立實施深地層貯存/處置的框架。

在歐盟法律之下，2008年3月間政府將要求正當化的申請，訂定任何核子設施帶來的利益應超過任何可能的健康危害。同時間，英國官方也分析各種選項，出版「政府核能白皮書影響評估」。厚達192頁的白皮書，詳盡探討廣泛的意見，提交長時間的諮詢討論過程。英國將強化歐盟碳排放交易制度，以持續提供投資低碳技術的誘因。有必要的話，政府還將採取其他措施強化此制度。然而，英國政府對核電對於投資者的吸引力，相當胸有成竹。進一步來說，核能碳交易成本低廉，每噸僅0.3英鎊(合台幣約19元)，而碳交易費用第二低的風力已經高達新台幣3,125元/噸。

英國政府的成本效益分析，採隔夜投資成本新台幣78,125/瓩計算，並估算出第1部160萬瓩的核能電廠將耗資新台幣1,750億。

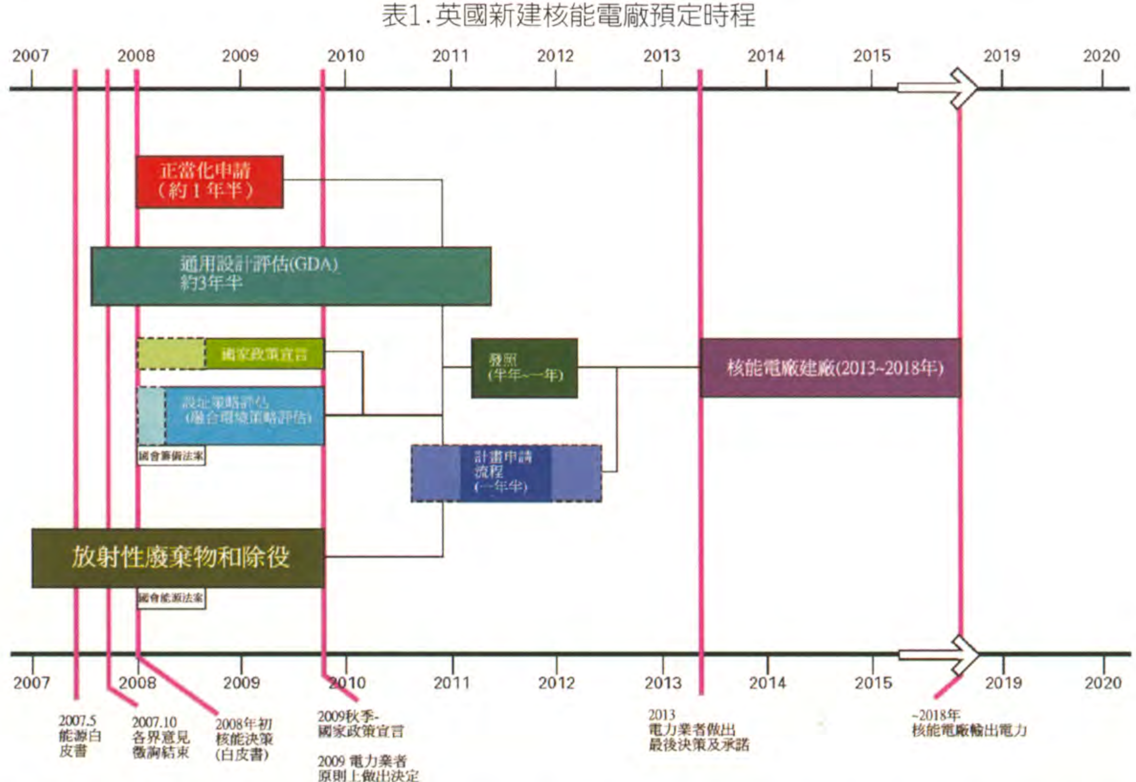
隨著英國政府公布將採取的行動，預估事前準備工作大概要花5年半，因此新建核能電廠大概在2013年中才會正式動工。某些電廠應於2020年前就可商轉，屆時的發電成本，預估為每度新台幣2.3元。在英國政府宣布此決策之後，核電龍頭亞瑞華公司表示，有11個歐洲頂尖電力公司(尤其是法國電力公司) 奧援，協助160萬瓩歐洲壓水式反應器的設計評估作業，他們希望可以在英國建造4-6部的反應器。

英國電力公司手上握有許多潛在新核能電廠廠址口袋名單。該公司指出，所有的場址都相當適合建廠，甚至萬一未來因氣候暖化導致海平面上升，核能電廠也不受影響。英國電力公司已經和國家電網公司，達成4座新核能電廠供電連結協議。前3座在英國東南部，另1座在西南部。雙方協議將使2016年後、電網連結時，會根據不同反應器形式作適當的調整。

資源來源：

BE 11/27/2007, DERR 01/10/2008, Areva 12/10/2008, WNN 01/10 & 24/2008.

表1.英國新建核能電廠預定時程



註：歐盟法律規定，建造核能電廠前須送交「正當化申請」文件，說明核子設施帶來的利益，超過任何對健康可能的危害。

台電核能科技人才培訓

◆ 許宏福

為確保核能電廠的運轉安全與效率，台電公司在人才培訓體系下引進系統化的訓練制度，以建立核能電廠人員培訓的要求及模式，對於專業技術則透過培訓與專案的方式培養。近年來由於台電公司核能人員將進入退休的高峰期，因此必須在新進人員培訓與經驗傳承方面精細規劃，以防範人才斷層，確保核能整體營運品質。有關核能科技人才訓練模式分別說明如下：

一、人才培訓體系與系統化訓練制度

台電公司人員進用分為評價人員與分類人員，評價人員進用資格為高中（職），培訓後擔任技藝性職位；分類人員進用資格為大學（專）以上，培訓後擔任專業性及管理性職位。對於各核能電廠各類專業技術人員，都以組為單位，視實際專業工作內容，按系統化訓練制度精神訂有完整的訓練計畫，包括評價人員（技術員）初始訓練、評價人員進階訓練、工程師初始訓練、工程師進階訓練。擔任運轉維護職務人員於正式擔任工作前，均須接受並完成相對應的初始訓練。而部分法規要求必須持有證照的職務人員，更需依法規要求完成相關訓練與考試，取得證照後才能正式擔任相關工作。

二、專業技術建立

台電公司目前已經累積有相當的核能電廠運轉維護經驗，亦有足夠的核能電廠運轉維護訓練人才、設施與制度，未來將以自行培訓為主。特殊專業技術人才則將配合國內外大學、研究單位或製造廠家進行培訓。並且利用研究、改善、品管圈、系統討論、事故分析、經驗交流、差異管理等專案及研討來深化技術。

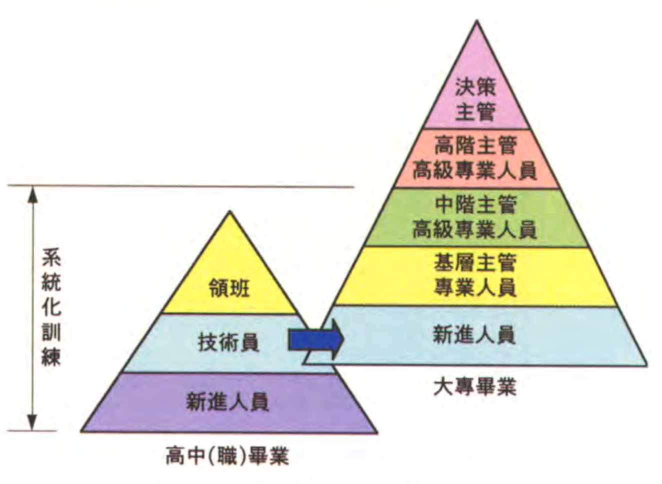


圖1. 台電公司人才培訓體系

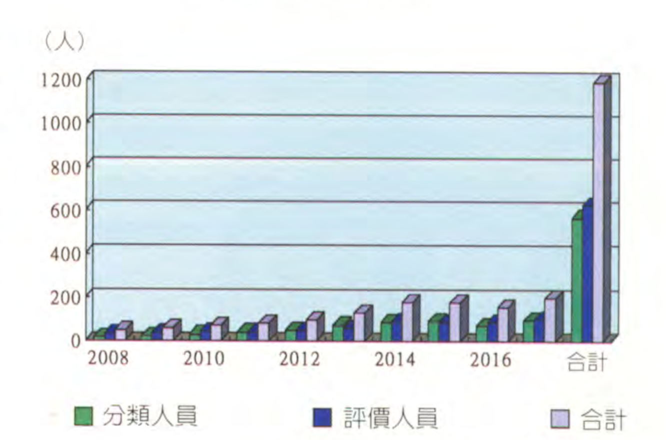


圖2. 台電公司核能營運系統未來10年屆退人數統計表

表1.台電公司新進分類人員訓練計畫

代號	課程名稱	教室	實驗實習	訓練時數	備註
1N510	核能發電簡介	C		6	
1N060	基本反應器原理	C		45	
1N030	基礎熱力、流力、熱傳	C		15	
1N090	輻射防護	C		18	
1N510	核能法規概論(含運轉規範簡介)	C		12	
1N070	核安文化	C		3	
1N510	機修儀電基礎課程	C		30	
1N510	工具箱會議、防誤技巧	C		6	
1N080	基礎水化學	C		3	
1N020	核能電廠系統簡介	C		120	
1N020	電廠現場見習		V	12	
1S090	急救	C	V	6	
1S150	工安規定概論	C		6	
1S410	消防概論	C		6	
	合計			288	

三、核能專業訓練

台電公司有關核能專業訓練的場所分別位於林口的核能訓練中心，以及各核能電廠廠內模擬中心。林口核能訓練中心於民國82年8月6日正式成立，於83年7月25日正式開班上課。是全國唯一榮獲標準檢驗局ISO-9001及9002認證通過的訓練機構，成立的宗旨為：

1.核能相關工作人員職前及在職技術訓練的規劃、執行及資格檢定，奠定及提升技術人員的維修能力及強化維修基本技巧與理論基礎，以穩定電廠運轉和縮短大修工期。

2.研究及開發核能訓練技術。

3.引進維修新型工具和技術，支援電廠維修問題。

4.規劃並執行新增核能電廠運轉及維護人員的訓練規劃。



圖3.台電公司林口核能訓練中心





圖4. 核能電廠模擬中心



圖5. 核能電廠廠內模擬中心訓練設備

林口核能訓練中心核能專業的主要訓練設備如下：

1.再循環水泵模擬訓練設備
2.主蒸汽隔離閥訓練設備
3.控制棒驅動機構訓練設備
4.反應爐底模擬訓練設備
5.液壓驅動控制訓練設備
6.蒸汽產生器訓練設備
7.反應器冷卻水泵訓練設備
8.反應爐穴及用過燃料池訓練設備
9.反應爐蓋訓練設備
10.管閥聯合系統訓練設備
11.泵模擬訓練設備
12.安全釋壓閥訓練設備

各核能電廠模擬中心主要訓練設備：

1.模擬器訓練設備
2.全迴路模擬器訓練設備
3.各廠特殊性訓練設備

四、新進人員培訓與經驗傳承

近年來由於核能人員將進入退休高峰，除了進行人力盤點，以掌握未來10年核心人力的退休狀況外，並依培訓所需時間及員額提前進用。新進用的人員除指定導師外，並依照訓練計畫個別規劃10年培訓計畫，定期追蹤執行情形。此外，落實工作程序書化、教材電子化、退休交接、知識管理平台等措施，以避免人才斷層，確保核能電廠的安全營運。

(本文作者為台電公司核發處訓練組長)

台灣地區環境輻射監測報導

◆ 編輯室

核能電廠附近環境輻射監測

為確保核能電廠周圍民眾健康與安全，原能會所屬輻射偵測中心執行環境輻射監測計畫，定期採取核能電廠周圍環境的空氣、水樣、土壤、岸沙、生物與農畜產物等試樣進行各項放射性核種分析。

為使社會大眾能清楚了解核一廠、核二廠、核三廠的環境監測情形，以簡易圖形來表示各類試樣測值與歷年監測結果進行比對，96年第4季各項監測結果分述如下：

一、直接輻射

在各核能電廠周圍環境放置熱發光劑量計（TLD）來度量環境中直接輻射劑量率，本季核能一、二、三廠的輻射劑量率介於0.042至0.078微西弗／小時，均在環境背景變動範圍內，與歷年監測結果的比較結果（圖1）。

另外，在全國設置28座環境輻射監測站，全天候24小時自動化監測環境輻射量，監測資訊即時透過網站(http://www.trmc.aec.gov.tw)提供民眾參考（圖2）。

二、環境試樣放射性分析

（一）空浮微粒

在核能電廠上、下風向設置定流量連續抽氣機，採取空氣試樣進行放射性核種分析，總貝他活度均低於放射性落塵警戒值（9×10^{3}毫貝克／立方公尺）。

（二）水樣

我國核能電廠均利用海水作為冷卻水，因此定期採取海水及淡水（飲用水、河川水、地下水、池水）試樣進行放射性核種分析。氚活度介於最低可測活度（MDA）至13.74貝克／升，在環境背景變動範圍內，與歷年監測結果的比較結果（圖3）。

（三）農畜產物、海產物

為了解在核能電廠所在地民眾攝食的輻射安全，採取農畜產物、家禽類、葉菜類、甘藷與季節性試樣；另外也在核能電廠出水口與鄰近海域生採取海魚、海藻及貝類等試樣進行放射性核種分析。本季在農畜產物銫-137活度介於最低可測活度（MDA）至4貝克／公斤。海產物試樣均未測得任何人造放射性核種，與歷年監測結果的比較結果（圖4）。

（四）累積試樣

為了解放射性核種在環境中長年累積的變動情形，採取土壤、岸沙試樣進行放射性核種分析。本季均未測得任何人造放射性核種，土壤試樣與歷年監測結果的比較結果（圖5）。

結語

綜合本季各項環境試樣的監測結果，都在環境變動範圍內，評估全省各地、離島及各核能電廠周圍民眾所接受的輻射劑量，都符合法規劑量限值，無輻射安全的顧慮。

資料來源：原子能委員會輻射偵測中心

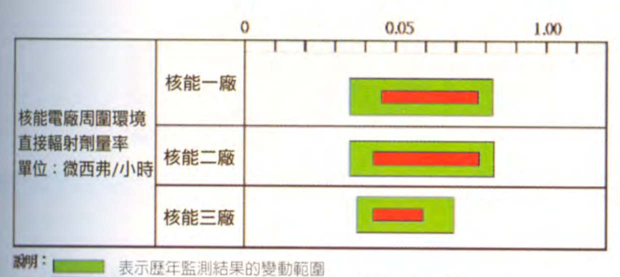


圖1.核能電廠周圍環境直接輻射劑量率與歷年監測結果比較圖

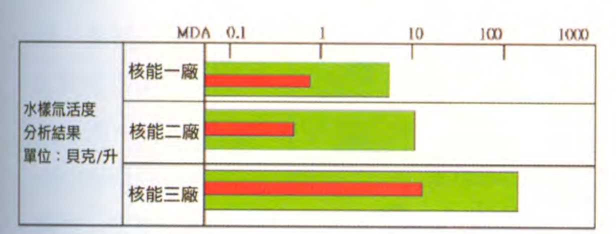


圖3.核能電廠周圍環境水樣氚活度與歷年監測結果比較圖

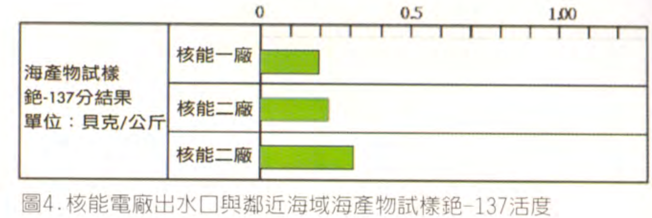


圖4.核能電廠出水口與鄰近海域海產物試樣銫-137活度與歷年監測結果比較圖

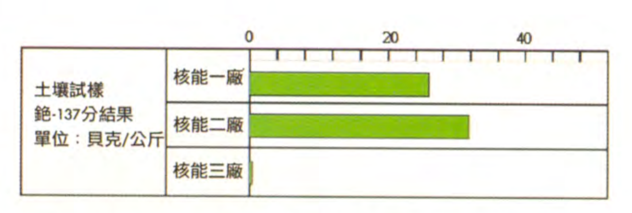


圖5.核能電廠周圍土壤試樣銫-137活度與歷年監測結果比較圖

馬祖
金門
澎湖
綠島
蘭嶼
新竹縣
台中縣
彰化縣
南投縣
花蓮縣
台南縣
高雄縣
屏東縣

石門 0.054 2008/2/5 15:55
三芝 0.068 2008/2/5 15:55
石崩山 0.076 2008/2/5 15:55
茂林 0.055 2008/2/5 15:55
陽明山 0.074 2008/2/5 15:55
龍潭 0.066 2008/2/5 15:55
台中 0.074 2008/2/5 15:55
金門 0.081 2008/2/5 15:55
阿里山 0.102 2008/2/5 15:55
台南 0.061 2008/2/5 15:55
高雄 0.056 2008/2/5 15:55
龍泉 0.061 2008/2/5 15:55
大光 0.051 2008/2/5 15:55
金山 0.068 2008/2/5 15:55
龍門 0.058 2008/2/5 15:50
貢寮 0.049 2008/2/5 15:55
澳底 0.057 2008/2/5 15:55
宜蘭 0.066 2008/2/5 15:55
野柳 0.059 2008/2/5 15:55
萬里 0.068 2008/2/5 15:55
大鵬 0.063 2008/2/5 15:55
大坪 0.071 2008/2/5 15:55
台北 0.066 2008/2/5 15:55
台東 0.057 2008/2/5 15:55
蘭嶼 0.044 2008/2/5 15:55
恆春 0.070 2008/2/5 15:55
墾丁 0.053 2008/2/5 15:55
後壁湖 0.056 2008/2/5 15:55

單位：微西弗/小時（μSv/h）

說明：
0.2 微西弗/小時以下：一般背景輻射範圍
0.2～20 微西弗/小時：加強偵測調查
20 微西弗/小時以上：執行輻射緊急偵測

圖2.環境輻射監測站設置地點與監測資訊公布

核四廠工程進度報導

◆ 編輯室

核四工程進度 (截至民國97年2月底止)

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100%	19%	15%	58%	8%
實際進度	77.29%	92.02%	99.40%	74.59%	20.40%

註：依行政院核定本計畫第1、2號機商轉日期分別為民國98年7月15日、99年7月15日(相關數據由台電公司提供)。



1號機反應爐爐內頂部導架上方各系統噴嘴安裝的現況



1號機管路沖洗作業工作站現況

資料來源：

原子能委員會，http://www.aec.gov.tw/www/control/index05-03.php

國外新聞

美國再添2件新反應器申請案

美國多明尼恩、奇異日立和貝泰電力公司，聯合提出一部反應器的建廠-營運執照申請。機組在多明尼恩公司旗下維吉尼亞州的北安娜核能電廠內，是容量152萬瓩的經濟簡化型沸水式反應器。北安娜核能電廠是首個同時獲得早期廠址許可證與建廠-營運執照的廠址，預期可節省8個月的核准時間。如果建廠-營運執照申請案在2010年通過，則可於當年開始動工，2015年商轉。

另一家公司，杜克能源公司隨後為南卡州一處未開發地，申請2部反應器機組的建廠-營運執照。這是首件未開發地的建廠-營運執照申請案，也是第2件110萬瓩AP1000型反應器的建廠-營運執照申請案，此型反應器已通過全面的設計認證。新核能電廠名為威廉史戴李，機組容量223.4萬瓩，預定於2016-18年間商轉。預計2008年，全美會有一打以上的建廠-營運執照申請案。Dominion 11/28/2007, Duke 12/13/2007.

日本反應器尋求美國設計認證

德州電力公司欽點三菱公司的美國版進步型壓水反應器，給德州的卡曼其峰核能電廠使用，預計該廠址的建廠-營運執照會在2008年中出爐。日本三菱公司日前已向美國核能管制委員會，申請大型美國版進步型壓水反應器(170萬瓩)的設計認證。

美國版進步型壓水反應器的研發工作，早期是與西屋公司合作，現在則是和日本4家電力公司進行。預計此型的壓水反應器，頭兩部要給日本的敦賀核能電廠使用，並且將做為日本新一代壓水式反應器的研發基礎。美國版的進步型壓水反應器由於熱效率較高(39%)且燃料週期為2年，規模比日本版大10%。根據官方網站公布，美國設計認證預估會在2011年中核可。華盛頓國際集團將與三菱重工合作進行美國地區的研發工作。

美國核管會現正在進行兩項申請設計認證案，一為奇異-日立的經濟簡化型沸水式反應器(155萬瓩)，另為亞瑞華的美國版的進步型壓水反應器。另兩項即將動工的反應器設計已獲得認證：西屋的AP1000型(110萬瓩)和奇異-日立的進步型沸水反應器(135萬瓩)。WNN 01/03/2008.

美國核能前景俏

美國能源資訊局於「2008年展望」報告中，預估在2030年時，將有2,000萬瓩新建的核能機組容量加入運轉。其中近半數是由與風力發電相同的提供稅務優惠方案所激勵。這項預測數據較早先的評估高出63%。此外，核能電廠功率提升的容量為270萬瓩，因除役而減少的容量則為430萬瓩。2008年燃煤火力發電，巨幅增加1.3億瓩。AEO2008 Early Release Dec 07.

美國國會增加核能預算

美國國會於2007年底通過總額超過9.7億美元的能源撥款法案，提供關鍵核能計畫約9.7億美金及推行新電廠的清潔能源貸款保證方案。清潔能源貸款保證方案提供新核能電廠185億美元、核子燃料循環設施20億美元、進步型燃煤火力電廠80億美元以及再生能源科技100億美元的資金。2008會計年度的核能研發預算增加46%，其中包括2個與業界合資的新發電技術研發計畫。NEI 12/24/2007.

美國核能電廠除役腳步加快

艾塞隆公司將加速1998年關閉的錫安山1、2號機(2部均為109.8萬瓩)除役工作。艾塞隆公司委託專業公司-能解公司(EnergySolutions)移除原有電廠，還原為未開發地狀態。因此電廠的執照與除役基金，將移轉至能解公司，使其成為電廠所有人與持照者。到了2018年完成除役後，能解公司再把廠址返還艾塞隆公司。錫安山核能電廠與其他電廠的作法相同，用過核子燃料在移往國家處置場前，將留置於廠內。預計核能管制委員會將於2008年下半年核准此案。WNN 12/13/2007.

美國核能歷史傳承

美國國家公園服務處諮詢委員會一致推薦，將華盛頓州的漢福特核能電廠B反應器，列為國家歷史地標。此部反應器是世界首座大規模的核子反應機組。漢福特B反應器在第二次世界大戰期間，提供曼哈頓計畫中核子武器的鈽原料。反應器當時是以石墨作為中子緩和劑、水作為冷卻劑、熱功率25萬瓩，在一年內便火速建造完成。它於1944年9月開始運轉，一直到1968年才除役，目前開放供民眾參觀。WNN 12/05/2007.

白俄羅斯決定蓋核能電廠 擺脫進口天然氣依賴

白俄羅斯國家安全委員會日前確認，該國要開始著手建造一座核能電廠。新核能電廠在2020年以前可提供該國30%的電力，並降低對俄羅斯進口天然氣的依賴。預估建廠成本約為40億歐元，計畫在2008年底進行國際招標。其中俄羅斯是這座2部百萬瓩機組核能電廠最可能的得標者，然而亞瑞華與西屋公司亦有機會。白俄羅斯將在2008年完成廠址的選定。NuclearRu 01/18/2008.

義大利購入法國核能電廠 雙方互蒙其利

義大利電力龍頭ENEL集團在延宕多時之後，總算將簽約收購法國電力公司旗下，弗萊曼維爾3號反應器12.5%的股份。這部165萬瓩的歐洲壓水式反應器，預計在2011年底啓用，2012年5月商轉。首批混凝土已經澆置，包含第1個爐心的建廠總成本估計達36億歐元。



合約遵照先前義法兩家公司2005年的協議，義方ENEL需保證依比例負擔法方建廠及營運資金，包括除役和廢棄物處置的成本。ENEL未來並可取用法國5部歐洲壓水式反應器相對比例的電力(約100萬瓩)和有運用反應器技術的權利。法國電力公司作為交換的條件，將可參與未來ENEL在義大利、歐洲和地中海區域，建造和營運核能電廠的工作。ENEL子公司現正在斯洛伐克的莫丘夫斯區，建造兩部100萬瓩的俄式壓水式反應器。EdF 11/30 & 12/04/2007, ENEL 11/30/2007.

瑞士致力於新核能機組

以主要核能電力公司NOK為首的瑞士3家能源公司宣布成立瑞桑合資公司(Resun)，目標在2020年替換在1969-71年開始運轉的貝茲瑙、幕樂堡核能電廠3部小型反應器機組。瑞桑公司將於2008年下半年，申請2個廠址的許可證，建造2部最高容量達160萬瓩的反應器機組。WNN 12/13/2007.

英國高齡反應器延壽

英國電力公司宣布，旗下4部漢特司頓和辛克立角反應器，將延壽5年到2016年，共計243.5萬瓩。由於核能電廠非核能部分鍋爐老化，英國電力公司曾於2006年關閉這批改良式氣冷反應器。反應器在2007年中重新啓動6成容量，英國電力公司打算要再提升1成。此番延役到40年的作業，除了目前的1.5億英鎊計畫之外，約還要花費9,000萬英鎊才能達成。若電價持續上漲，下一次延壽申請預計在2013年提出。BE 11/12/2007.

歐盟抗暖化 目標將法制化

歐盟為了對抗氣候暖化，並配合先前提出的計畫，執委會日前提出相關法令草案。總體來說，歐盟目標減碳2成，並使再生能源發電比例在2020年前可達2成。計畫大概分三方面實行：1.執行具約束力、為歐盟27個會員國量身打造的碳排放量目標；2.強制各國達到再生能源發電比例；3.徹底檢視目前的碳交易制度。除此之外，亦有新的碳捕獲及貯存技術法令提出。拍賣二氧化碳排放量配額，使所有二氧化碳排放額都需付費的制度也將在2013年後生效。

核電未來將因碳交易立法而受惠，因為拍賣碳配額將使化石燃料發電的成本，每度增加0.02-0.04歐元，還可能進一步受碳排放量緊縮影響而增高。(2008-2012年間，工業界的碳排放配額乃免費，在市場上購買的任何差額，目前每噸二氧化碳價格在20歐元以下。)WNN 01/23/2008.

中國大陸首部新世代反應器將動工

中國國家核電技術公司表示，大陸首部西屋AP1000型反應器，3月將於三門動工。這將是前4部在浙江三門和山東海陽兩個廠址使用的第3代反應器。海陽核能電廠則將在稍後

動工。三門1號反應器機組預計可在2013年8月上線，未來會是全球第1部運轉的AP1000型反應器。中國國家核電技術公司指出，三門廠址工程進度相當的順利。

中國國家核電技術公司在2004年成立，負責為國內新核能電廠決定採用何種反應器技術。該公司由中國國務院直接管轄，兩方關係密切。三門電廠將由中國核工業總公司建造，海陽電廠則由中國電力投資集團公司負責。

AP1000型反應器廠商－西屋公司於2007年4月，和韓國斗山重工簽署一紙3.5億美金的合約，購入2部AP1000型反應器需要的2座壓力槽和4部蒸汽產生器。另2部反應器所需零組件，可能會在大陸當地製造：反應器壓力槽和蒸汽產生器由哈爾濱鍋爐公司、第一重工或上海電氣集團負責。韓國電力工程公司和上海核工程研究設計所在工程方面，將扮演重要的工程角色。Xinhua 01/03/2008.

南韓加入全球核能夥伴計畫

南韓以具有完善核能研發計畫的核電領導國之姿，加入全球核能夥伴計畫，成為第19位會員。其他尚未加入此國際型計畫的核能大國為：英國、德國、瑞典和印度。DOE 12/11/2007

南韓反應器延壽

南韓政府日前核准古里核能電廠延壽10年的申請案。韓國水力與核能電力公司於2006年中提出古里1號機的延壽申請，機組容量57萬瓩，屬沸水式反應器，是南韓首部商轉的核能機組，延役後可運轉至2017年(運轉壽命為40年)。下一部考慮延役的機組是月城核能電廠1號機，容量63.5萬瓩的肯杜(Candu)型反應器，但還有包括更換壓力管的大型更新工程需要施做。WNN 12/07/2007.

加拿大加入全球核能夥伴計畫

全球核能夥伴計畫再添新軍，加拿大成為第18個會員國，為改善抗滋生、增進核能再循環和減少廢棄物努力。有了加國的加入後，所有鈾製造大國算是全員到齊。(譯註：主要鈾製造國為澳洲、加拿大和哈薩克。)DOE 11/30/2007.

2007年核能容量上升

2007年4部新反應器併聯、0部除役，因此除了功率提升帶來的25萬瓩之外，全球總淨容量多了292.2萬瓩。啓動的有印度蓋加3號機、中國大陸田灣2號、羅馬尼亞色納佛達2號機和美國布朗斯弗理重建後重新啓動(先前關閉)。有10部反應器動工，因此2007年底建造中反應器總數為34部，包含兩部俄羅斯浮動核能電廠的小型機組。除此之外，計畫興建29部反應器，跟一年前相較，還多了64部新反應器的提案。



加拿大研究用反應器 因政治角力關閉

加拿大核能安全委員會在2007年底，拒絕同意國內研究用反應器重新啟動的申請案。這部由加拿大原子能公司營運，機齡50年的NRU研究用反應器，占全球醫用放射性同位素供應的大宗。在先前2006年中的5年執照更新申請案中，管制單位曾明列該公司部分未實施的備用修正計畫。但後來國會插手介入此事，通過法案授權重新啟動反應器。

然而風波並未就此平息。加拿大政府表明，對於兩黨處理此爭議的方式相當不滿。之後加拿大原子能公司董事長辭職，加拿大核能安全委員會主委也遭解職，進而引發各界對於政治力介入核能管制單位的關切。

援引法案駁回核能安全委員會的動作，持續了4個月。加拿大總理表示，核安委員會的缺乏彈性「將危及千千萬萬加拿大人的健康及生命安全。讓反應器重新歸隊，生產醫療放射性同位素關乎公眾利益。(讓研究用反應器重新上線)對核能安全根本就沒有威脅。(阻止它歸隊)反而才是對人類生命的威脅。」NRU反應器營運商－加拿大原子能公司告知國會，在最近幾週作業後，「NRU反應器在這種模式下啟動和營運很安全」。其餘的系統提升在3月底前會完成。WNN 12/12/2007, 01/16/2008.

國內新聞

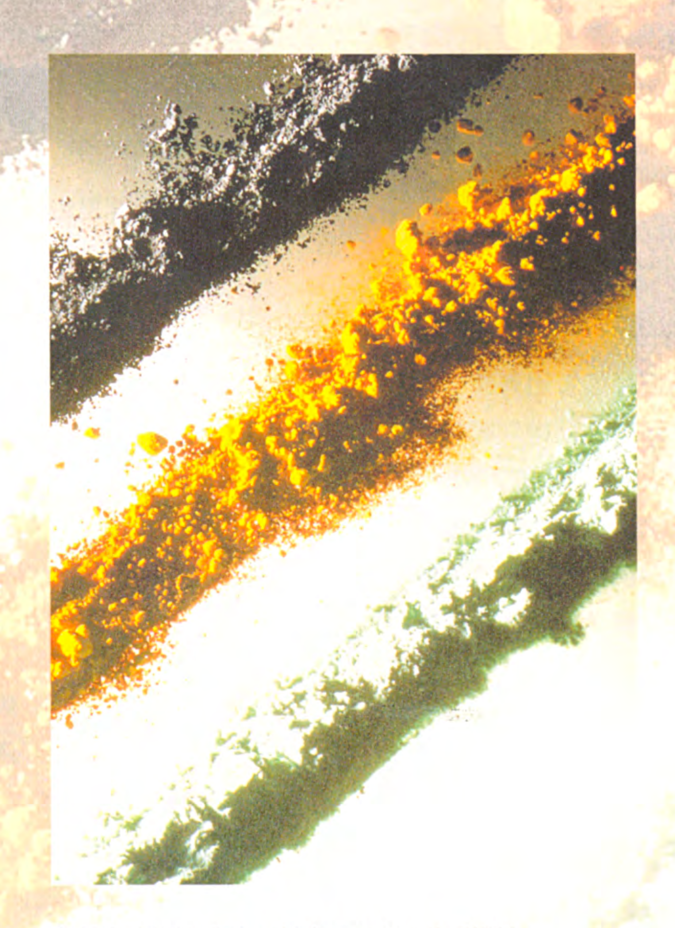
核四工程是否續建？前中研院長李遠哲昨天透露，他曾與民進黨前主席林義雄商談核四議題，林義雄並不完全反對「暫緩非核家園50年」。李遠哲為首的「中研院環境與能源研究小組」，前天透過中研院新聞稿方式，發出對兩黨總統候選人與新政府的能源政策建言，指出核四工程應續建。

李遠哲昨天出席中研院紀念已故院長錢思亮百歲冥誕演講，進一步闡述支持核能續建的理由。

核一、核二有續存必要

李遠哲與中研院長翁啟惠都強調，研究小組提出的建言是科學家研究的結果，與政治無關，也無意影響總統大選選情。

李遠哲強調，台灣目前不應一味排斥核能。他說，國內未來可能因無法找到替代能源而面臨能源短缺困境，因此，正在興建中的核四廠應該續建。至於核一、核二廠等，因放射性廢棄物已可有效處理，因此有繼續存在的必要。前民進黨主席林義雄是反核精神指標，李遠哲表示，日前已與他談過，他並不反對暫緩非核家園50年，亦即50年後再停用核能發電。（2008.02.20.中國時報）



各種形式的鈾礦石（法國COGEMA公司提供）